

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-157614

(43)Date of publication of application : 25.06.1993

(51)Int.Cl. G01H 9/00
G01H 17/00
G01M 13/02

(21)Application number : 03-325855 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

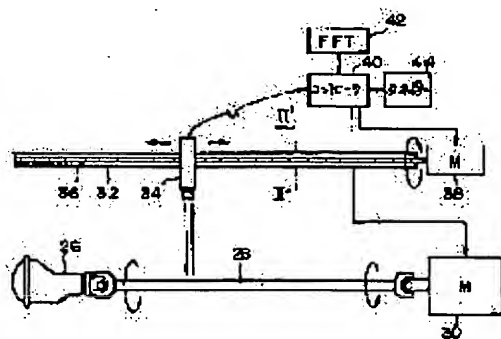
(22)Date of filing : 10.12.1991 (72)Inventor : GOTO KATSUTOSHI
NOMURA TETSUHIKO
KOSAKA YOSHIFUMI

(54) DEVICE AND METHOD FOR MEASURING VIBRATION OF GEAR

(57)Abstract:

PURPOSE: To accurately detect the vibration of a differential section without changing the vibrating state of the differential section at the time of measuring the vibration of the differential section by utilizing the resonance of a propeller shaft.

CONSTITUTION: When a driving force is transmitted from a drive motor to a differential section 26 through a propeller shaft 28, the section 26 and shaft 28 resonate. The vibration of the shaft 28 is stronger than that of the section 26 and detected in a non-contact state by means of a vibration detector 34 using a laser beam. Since the detector 34 is moved in the lateral direction on a guide rail 32 by means of a motor 38, the detector 34 can detect the vibration of the shaft 26 at an arbitrary point.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-157614

(43) 公開日 平成5年(1993)6月25日

(51) Int. Cl. ⁵

G01H 9/00

17/00

G01M 13/02

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 8117-2G

A 8117-2G

審査請求 未請求 請求項の数2 (全14頁)

(21) 出願番号 特願平3-325855

(22) 出願日 平成3年(1991)12月10日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 後藤 勝利

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 野村 哲彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 小坂 純文

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

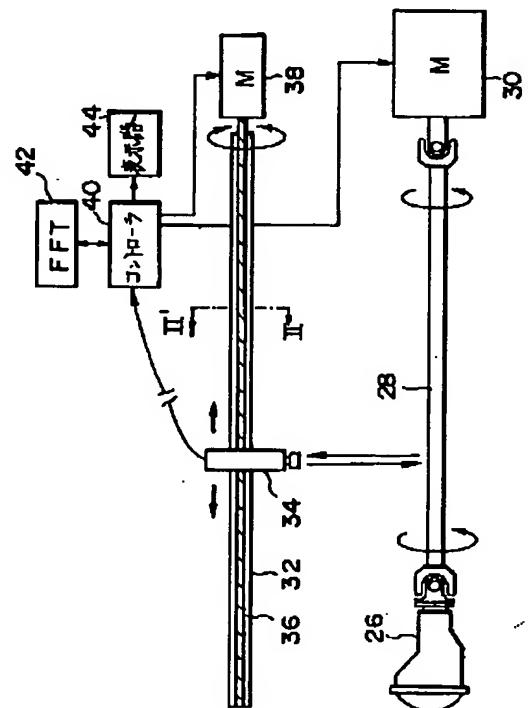
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 歯車振動測定装置及び測定方法

(57) 【要約】

【目的】 ディファレンシャル部の振動をプロペラシャフトの共振を利用して測定する場合において、ディファレンシャル部の振動をその振動状態を変化させることなく精度良く検出する。

【構成】 駆動モータ30によりプロペラシャフト28を介してディファレンシャル部26に駆動力が伝達され、この際において、ディファレンシャル部26及びプロペラシャフト28が共振する。ディファレンシャル部26の振動に比べプロペラシャフト28の振動は大きく、その振動がレーザ光によって非接触的に振動検出器34によって検出される。この振動検出器34はガイドレール32上でモータ38の作用により左右に搬送され、任意点での振動検出ができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ディファレンシャル部にプロペラシャフトを連結した状態で、前記ディファレンシャル部の振動を測定する歯車振動測定装置において、前記プロペラシャフトに一定間隔を隔てて平行に配置されたガイドレールと、前記ガイドレールに沿って移動自在に設けられ、前記プロペラシャフトの振動を非接触で検出する振動検出器と、を含むことを特徴とする歯車振動測定装置。

【請求項 2】 ディファレンシャル部にプロペラシャフトを連結した状態で、前記ディファレンシャル部の振動を測定する歯車振動測定方法において、前記ディファレンシャル部と共に振動する前記プロペラシャフトにおける 1 又は複数箇所の振動を検出し、その検出結果から前記ディファレンシャル部の振動分析を行うことを特徴とする歯車振動測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ディファレンシャル部の振動をプロペラシャフトとの共振を利用して測定する歯車振動測定装置及び測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 周知のように、車両においては一般に、エンジンの駆動力は、プロペラシャフトを介してディファレンシャル部に伝達され、さらにその駆動力がディファレンシャル部からリヤアクスルシャフトを介して左右のホイールに伝達される。

【0003】 ここで、ディファレンシャル部（単に、「ディファレンシャル」あるいは「デフ」という場合もある）は、キャリア内に、ファイナルギア（最終減速装置）やディファレンシャルギア（差動装置）などを収納して構成され、車両において、駆動輪への駆動力伝達に当たって重要な役割を有する。

【0004】 ところで、ディファレンシャル部内の各歯車において、歯面製作時の誤差等に起因する歯形状のばらつきや組み立て誤差等が存在すると、歯車相互間の噛み合い状態が不良となり、異常な振動音を発生させたり、故障の原因となったりする場合もある。そこで、従来からディファレンシャル部の振動実測による検査が行われている。

【0005】 図 14 には、プロペラシャフトの共振を利用した従来の歯車振動測定装置が示されている（例えば、特開昭 51-78375 号公報、特開平 2-38930 号公報参照）。

【0006】 図 14 において、ディファレンシャル部 10 には、プロペラシャフト 12 の一端が連結され、その他端には振動測定用の駆動モータ 14 が連結されている。また、ディファレンシャル部 10 には、リヤアクスルシャフト 16 を介して、左右のホイール 18 が連結さ

れている。それらの左右のホイール 18 には、ベルト 20 等を介して負荷発生用モータ 22 が連結されている。

【0007】 また、ディファレンシャル部 10 のケースをなすキャリア 10a には、加速度ピックアップ等の振動検出器 24 が接合され、その検出信号は図示されていない振動解析装置に送られる。この振動解析装置としては、例えば FFT が用いられる。

【0008】 以上のように構成された従来の歯車振動測定装置において、モータ 22 による負荷印加の下、駆動モータ 14 にて発生された駆動力は、プロペラシャフト 12 によってディファレンシャル部 10 に伝達される。

【0009】 この場合、図 15 に示すように、ディファレンシャル部 10 の振動と共に、プロペラシャフト 12 の“曲げ 2 次振動”が生じ、特定の条件 F ではプロペラシャフト 12 とディファレンシャル部 10 とが共振した状態になる（図 15 において 100 で示す）。なお、プロペラシャフト 12 の振動における波数は、図示のものとは限られず、条件によって異なる。

【0010】 この現象によりディファレンシャル部 10 の振動が相乗効果的にある程度高められる。そして、その振動は振動検出器 24 によって検出され、その検出結果から、例えば図 16 に示すようなトラッキング分析、あるいは定次数比分析が行われ、ピークレベル等に基づき最終的にディファレンシャル部 10 の良否が判定される。なお、振動測定は、回転方向を変えて、また、負荷量や回転数を変化させつつ様々な条件下で行われる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の歯車振動測定装置及び測定方法では、感度良く振動を検出することができず、精度の良い振動測定が行えなかった。従って、ディファレンシャル部についての検査結果の信頼性を低下させていた。

【0012】 本発明は、上記従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、ディファレンシャル部の振動を精度良く測定できる歯車振動測定装置及び測定方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために本発明に係る歯車振動測定装置は、プロペラシャフトに一定間隔を隔てて平行に配置されたガイドレールと、前記ガイドレールに沿って移動自在に設けられ前記プロペラシャフトの振動を非接触で検出する振動検出器とを含むことを特徴とする。

【0014】 また、本発明に係る歯車振動測定方法は、ディファレンシャル部と共に振動する前記プロペラシャフトにおける 1 又は複数箇所の振動を検出することを特徴とする。

【0015】

【作用】 本発明に係る歯車振動測定装置によれば、振動を非接触で検出する振動検出器によって、プロペラシャ

フトの振動を、その振動状態（モード）を変えずにそのままの状態を検出できる。ここで、振動検出器は、ガイドレールに沿って移動自在とされているので、曲げ 2 次振動が生じているプロペラシャフトの任意位置について振動測定を実行できる。この場合、ディファレンシャル部自体の振動は比較的小さいが、その振動に共振しているプロペラシャフトの振動は、大きな振幅を有するため、その振幅のピーク位置の振動を測定すれば、従来以上の検出感度で、間接的ながらディファレンシャル部の振動を把握できる。

【0016】また、本発明に係る歯車振動測定方法によれば、上記同様に、曲げ 2 次振動が生じているプロペラシャフトについて振動測定を行って、間接的にディファレンシャル部の振動を測定できる。この場合、プロペラシャフト上の複数位置を測定すれば、振動の総合的分析が実現でき、これにより例えば従来では発見できなかった異常モードでの振動判定が行え、また各振幅ピークの平均化により精度向上を図れる。

【0017】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例を図面に基づいて説明する。

【0018】図 1 には、本発明に係る歯車振動測定装置の好適な実施例が示されており、図 1 は第 1 実施例の全体構成を示す図である。

【0019】図 1 において、この装置は、ディファレンシャル部 2 6 の振動をプロペラシャフト 2 8 の共振を利用して測定するものであり、プロペラシャフト 2 8 の一端には、振動測定用の駆動モータ 3 0 が連結され、また他方端には前記ディファレンシャル部 2 6 が連結されている。尚、負荷モータ等は図示省略されている。

【0020】プロペラシャフト 2 8 と一定間隔において平行にガイドレール 3 2 が配置されており、そのガイドレール 3 2 には、非接触型の振動検出器 3 4 がガイドレールに沿って移動自在に配置されている。

【0021】ここで、振動検出器 3 4 は、例えば非接触レーザドブラ振動計で構成され、プロペラシャフト 2 8 に対してレーザを照射し、プロペラシャフト 2 8 にて反射された反射波を受波し、いわゆるドブラ効果による周波数偏位を求めることにより、プロペラシャフト 2 8 の特定個所の振動を検出するものである。なお、レーザ光を効果的に反射するために、プロペラシャフト 2 8 には光学的な乱反射を生ずる塗料が全体的に塗布されている。

【0022】本実施例においては、レーザを用いて振動を検出したが、この他に例えば磁気等を用いて非接触的にプロペラシャフト 2 8 の振動を検出してもよい。

【0023】図 2 には、図 1 に示す I I - I I ' 断面が示されており、図示されるようにガイドレール 3 2 は断面コ字状に形成され、その内部には搬送ネジ 3 6 が回転自在に挿入されている。そして、その搬送ネジ 3 6 に

は、振動検出器を保持した E 字型の取付け具 3 8 が連結されている。具体的には、取付け具 3 8 の中央凸部に形成されたネジ溝を有する貫通孔に搬送ネジ 3 6 が噛み合っており、搬送ネジ 3 6 の正逆回転により取付け具 3 8 と共に振動検出器 3 4 がガイドレール 3 2 に沿って左右に移動する。また図 1 に示されるように、搬送ネジ 3 6 の一方端には、搬送モータ 3 8 が連結され、振動検出器 3 4 を自動的に移動できるように構成されている。もちろん、手作業によって振動検出器 3 4 を移動させてもよい。

【0024】図 1 において、コントローラ 4 0 には、振動検出器 3 4 からの検出信号が入力され、また一方、コントローラ 4 0 は駆動モータ 3 0 及び搬送モータ 3 8 にコントロール信号を出力している。また、コントローラ 4 0 は、FFT アナライザ 4 2 及び表示器 4 4 に接続されている。

【0025】なお、このプロペラシャフト 2 8 とガイドレール 3 2 との間の距離は、本実施例において固定されているが、環境条件に応じて可変出来るように構成してもよい。

【0026】図 3 を用いて、本実施例の歯車振動測定装置によるディファレンシャル部 2 6 の間接的な振動測定について説明する。

【0027】図 3 に示されるように、ディファレンシャル部 2 6 とプロペラシャフト 2 8 との共振状態においては、図において振動の例が破線で誇張して描かれているように、ディファレンシャル部 2 6 に比べてプロペラシャフト 2 8 上の振動の方が大きい。すなわち、従来においては、図の A で示される位置でピックアップ 4 6 により振動を検出していたが、本実施例の歯車振動測定装置によれば、振動検出器 3 4 を適切な位置に配置して、プロペラシャフト 2 8 における振幅がピークとなる位置の振動を検出でき、これにより間接的に感度良くディファレンシャル部 2 8 の振動を測定できる。この場合、振幅ピーク位置は、予め振動モードが既知でなければ、プロペラシャフト 2 8 の一方端 P₁ から他方端にかけて順次振動を検出し、その検出結果の中で最大の振動レベルが得られた位置により認定される。以上のような振動測定によれば、図 3 において A 点及び B 点の対比から明らかのように、従来に比べ約 3 0 倍の振幅量を得ることができ、これにて S/N 比の良い振動測定を実現できる。

【0028】また、本実施例の装置では、非接触で振動測定を行えるので、ディファレンシャル部やプロペラシャフトの形状によらずに振動測定が行え、様々なタイプのものに対応できるという利点がある。

【0029】次に、図 4 を用いて、図 1 に示した歯車振動測定装置を用いた本発明に係る歯車振動測定方法について具体的に説明する。

【0030】図 4 において、ステップ 1 0 1 では、図 1 に示したコントローラ 4 0 の命令により駆動モータ 3 0

が回転を開始する。ステップ102では、図示されていない回転速度ピックアップ等の検出信号に基づき、測定を開始する回転数まで現在の回転数が上昇したか否かが判断されている。

【0031】そして、所定値まで回転数が上昇した場合、ステップ103において、振動検出器34が初期値 P_i へ搬送される。なお、予め、測定位置が設定されていれば、その位置へ振動検出器が搬送される。

【0032】ステップ104では、振動検出器34により非接触でプロペラシャフト28の振動が測定される。 10

【0033】そして、ステップ105では、ステップ104での振動測定位置及び測定結果がコントローラ40に設けられた図示されていないメモリに格納される。具体的には、振動検出器34からの検出信号はFFTアナライザ42に一旦送られ、そこで周波数分析がされた後、コントローラ40のメモリに各周波数ごとに振動レベルが対応されて格納される。

【0034】ステップ106では、全測定位置で振動測定が終了したか否かが判断されている。本実施例では、プロペラシャフト28の一端から他方端にかけて等間 20 隔で例えば40点測定されている。

【0035】ここで、全ての測定位置で振動測定が終了していない場合には、ステップ107において、測定位置が変更され、ステップ104からの各工程が繰り返される。一方、全測定位置で振動測定が終了した場合には、ステップ108において、以下のデータ解析が行われる図5には、図4に示したステップ108におけるデータ解析の具体的な内容がフローチャートで示されている。ステップ201では、合計レベルSに0が代入され、最大値MAXに0が代入され、測定位置Pに1が代 30 入されている。

【0036】ここにおいて、合計レベルSは、各測定位置での振動レベルの合計を示すものであり、最大値MAXは、各測定位置の振動レベルのうちの最大の振動レベルを示すものであり、また、測定位置Pはガイドレール上のアドレスを示している。ステップ202では、P点での振動レベルがコントローラ40に内蔵されたメモリから読み出される。例えば、P点が図3における P_i であれば、その点に対応するプロペラシャフト28の振動レベルがメモリから読み出される。ここで、振動レベル 40 は、特定の周波数のものあるいはその位置でピークのものを読み出す。

【0037】ステップ203では、読み出された振動レベル D_p がMAXより大きいかが判断されている。先にMAXに代入されていた振動レベルより、ステップ202で読み出された振動レベル D_p が大きければ、ステップ204において、MAXが書き替えられ、それとは逆に D_p がMAXより小さければ、ステップ204がジャンプされる。

【0038】ステップ205で、振動レベル D_p の加算 50

が行われ、その加算結果が合計レベルSに代入されている。

【0039】そして、ステップ206では、全測定位置について上記工程が実行されたか否かが判断され、NOの場合には、ステップ207において、Pが一つインクリメントされ、上述したステップ202からの各工程が繰り返される。一方、全測定位置について処理が終了した場合には、ステップ208において、S、MAX、 D_x ごとの個別判定が行われる。ここで、 D_x は、予め指定した任意の位置 P_x における振動レベルである。前記個別判定は、各項目別に設定された上限と下限との間に、各項目の値が入っているか否かを判断することにより行われる。

【0040】振動レベル D_x の上限の設定については、各測定点ごとに規格や実験などにより定める。例えば、 D_i については、上限35dBとして定める。一方、 D_x の下限の設定は、原則として振動レベルがより低いほど望ましいため、バックグラウンドや断線などを考慮して一定の値に定める。

【0041】MAXやSについても、規格や実験などにより上限及び下限を定める。ここで、MAXによる判定は、MAXが規格値より十分に大きい場合には、実際に車両にディファレンシャル部を配置した場合と相関が認められるためデータとしては有効である。しかしながら、規格値付近では、あまり実際の配置時の状態とは相関性が良好でない場合もあるので、S値で振動の良否の判定を行うのが望ましい。すなわち、Sは各測定点での振動レベルを積算したものであり、ノイズ等の影響を受け難く、また、プロペラシャフト28及びディファレンシャル部26の全体的な評価が可能であるという利点がある。以上のように、ステップ208では、各項目について個別判定を行う。

【0042】そして、ステップ209では、図6に示す判定テーブルに基づき、総合判定を行う。図6において、全ての項目についてOKであれば、総合判定がOKになり、それ以外の場合には総合判定がNGになる。

【0043】ステップ210では、ステップ208及びステップ209で得られた個別判定結果及び総合判定結果が表示器44にて表示される。

【0044】なお、任意の P_x での振動レベル D_x は、プロペラシャフト28の特定個所の振動レベルであり、例えば振動の節の部分に P_x を設定すれば、その振動レベル D_x によって、振動モードが異なったり装置自体の不良等が生じたりする場合が発見できる。また、実験等により、ある特定の不良がある場合に、それ特有の振動が生ずることが既知であれば、その振動を D_x として監視することにより、一点だけの簡単な測定でディファレンシャル部の良否判定が行える。さらに、ディファレンシャル部26やプロペラシャフト28等の種類の異なる場合には、ステップ208における各項目についての上

限下限を変化させることによって対応できる。これによって、従来においては、画一的であった判定を、測定対象に合致した総合的な判定に変えることができる。ちなみに、測定位置の数は、測定時間や振動モードあるいはプロペラシャフト 2 8 の長さ等によって予め定めるが、その数が大きいと測定時間が短くなる反面測定精度が悪くなる。一方、測定間隔を短くすれば、測定時間が長くなる反面、測定精度を向上できるという利点がある。

【0045】rpmトラッキング分析においては、振幅が最大となる振動位置に自動的に振動測定器 3 4 を移動させ、トラッキング分析をおこなえばよい。この場合、ディファレンシャル部の機差によって若干振動が変化しても、振動検出器 3 4 を左右に移動させ自動的に最大振幅をサーチするような制御を行えば、常に良好な振動測定を行える。

【0046】次に、本発明に係る歯車振動測定装置の第 2 実施例について説明する。

【0047】上述した第 1 実施例においては、ディファレンシャル部 2 6 の振動が一歯ごとのギアの噛合いにより発生しているにもかかわらず、ディファレンシャル部 2 6 全体の振動を評価していた。そこで、この第 2 実施例においては、後に詳述する時分割の手法により各歯ごとの振動解析を行う。

【0048】図 7 には、歯車振動測定装置の第 2 実施例が示されており、図 7 はその全体構成図である。なお、図 1 に示した第 1 実施例の構成と同等の構成には同一符号を付けその説明を省略する。

【0049】図 7 において、プロペラシャフト 2 8 の一方端には、第 1 実施例同様、ディファレンシャル部 2 6 が連結され、その他方端には、延長シャフト 5 0 が連結され、その延長シャフト 5 0 にはベルトによって駆動モータ 3 0 により発生された駆動力が伝達されている。

【0050】プロペラシャフト 2 8 と平行にガイドレール 3 2 が配置され、そのガイドレール 3 2 には、振動検出器 3 4 が移動自在に配置され、振動検出器 3 4 の搬送は搬送モータ 3 8 により行われている。

【0051】ディファレンシャル部 2 6 により回転力が伝達されるリヤアクスルシャフト 5 2 には、ベルト等を介して負荷モータ 5 4 が連結されている。

【0052】この第 2 実施例において、プロペラシャフト 2 8 の回転速度を検出するために、延長シャフト 5 0 の端部近傍には、ピックアップ 5 4 が配置され、また、リヤアクスルシャフトの回転速度を検出するために、そのリヤアクスルシャフト 5 2 の端部近傍には、ピックアップ 5 6 が配置されている。それらのピックアップ 5 4, 5 6 の出力信号は、コントローラ 5 9 及び FFT アナライザ 6 0 に送出されている。

【0053】この第 2 実施例において、プロペラシャフト 2 8 の回転角度を検出するために、回転角度検出器 5 8 が設けられている。具体的には、この回転角度検出器

5 8 は、光学的に回転を検出する検出部 5 8 a と回転角度信号を出力するエンコーダ 5 8 b とで構成される。尚、コントローラ 5 9 には、表示器 6 2 が接続されている。

【0054】以上のように構成された第 2 実施例の歯車振動測定装置を用いた歯車振動測定の原理について以下に詳述する。

【0055】まず、図 8 を用いて、ディファレンシャル部 2 6 の内部機構について説明する。図 8 において、ドライブキニオン (D/P という) 6 4 には、リングギア (R/G という) 6 6 が噛み合っており、これらの歯車は最終減速装置を構成している。なお、ディファレンシャル部 2 6 のハウジングをなすキャリア 2 6 a 内のその他の機構については図示省略されている。ここで、D/P 6 4 の歯数を 10 とし、また、R/G 6 6 の歯数を 40 とし、これによってギア比が 4.0 であるものとし、以下の説明を進める。

【0056】図 9 には、振動検出器 3 4 によって検出された振動波形の例が示されており、図 9 における振動波形は R/G 6 6 が 1 回転、すなわち D/P 6 4 が 4 回転した場合のものである。図示されるように、振動波形は歯数区分で示される波形要素の集合体であり、それぞれの歯の噛み合いが振動の主因をなしている。

【0057】図 9 に示される振動波形に対して、この第 2 実施例の装置においては、時分割を導入し周波数分析を行う。具体的には、図 10 に示されるように、各区分の期間を T として、それらの各区分の両端に $1/2T$ の期間を付加し、ウィンドウ W を設定する。すなわち、このウィンドウ W は $2T$ の期間を有する。このウィンドウ W に対しては、FFT 分析で周知のハミング関数などの重み付け関数 F が設定されており、ウィンドウ W によって抽出された波形について重み付けが行われる。図 10 においては、ウィンドウ W によって抽出された波形が抽出波形 102 として示されている。

【0058】ここにおいて、期間 T の区分に対して期間 $2T$ のウィンドウ W を設定した理由は、波形 A を切り取る際の影響を少なくするためであり、歯数区分における端の部分のデータを有効に保存するためである。以上のことから、各ウィンドウ W は互いに半分づつ重複して設定されることが理解される。

【0059】そして、この第 2 実施例においては、このようにウィンドウ W によって切り取られた各抽出波形 102 に対して FFT 分析が行われ、その結果が図 11 に示されるような表示形式で出力される。図 11 に示される表示は、各歯ごとに周波数上の振動レベル分布を表したものであり、このような表示によれば、どの歯がどのような振動を生じさせているかを克明に把握することができる。従って、それぞれの歯ごとに振動分析を行うことができる。ここで、異常な波形が、R/G の特定の歯の位置ではなく、D/P の回転角度がある一定の角度の

時に生じている場合には、R/Gの歯の不良ではなくD/Pの歯の不良であることが容易に理解できる。すなわち、R/G及びD/Pのいずれの歯の不良も発見できる。

【0060】以上説明した原理を適用した具体的な歯車振動測定方法について、図7を参照しながら図12及び図13を用いて説明する。

【0061】上述した第1実施例においては、ディファレンシャル部26の振動が一歯ごとのギアの噛合いにより発生しているにもかかわらず、ディファレンシャル部26全体の振動を評価していた。そこで、この第1実施例においては、後に詳述する時分割の手法により各歯ごとの振動回析を行うものである。

【0062】図12において、ステップ301では、図7に示すコントローラ59の命令により駆動モータ30が回転を開始する。ステップ302では、ピックアップ54の検出結果に基づき、コントローラ59が測定開始回転数まで上昇したか否かを判断している。

【0063】そして、その条件が満たされた場合、ステップ303では、操作者により所望の平均回数Nが入力される。

【0064】ステップ304では、R/G一回転当りのD/Pの回転数R(=ギア比)が算出される。このRの算出は、ピックアップ54及びピックアップ56の検出結果から容易に自動的に求められるが、操作者により入力してもよい。

【0065】ステップ305では、測定・解析が実行される。このステップ305の処理については図13に詳細が示されている。

【0066】ステップ306においては、後述するカウント値iに0が代入されている。

【0067】ステップ307においては振動検出器34により振動の測定が実行されている。そして、ステップ308では、現在の回転数がステップ304で算出されたRより大きいかが判定されている。すなわち、このステップ308では、図9に示した一周期、つまりR/Gの1回転を判定している。

【0068】ここで、図9に示した一周期分の振動波形が取り込まれた場合、ステップ309が実行され、図10に示したウィンドウWにより振動波形の分割が行われ、各歯について抽出波形102が得られる。

【0069】ステップ310では、FFTアナライザ60によって、各歯ごとの周波数分析が行われ、その分析結果がステップ311でコントローラ59に内蔵された図示されていないメモリに記憶される。ここでは、各歯ごとに各周波数における振動レベルが記憶される。

【0070】ステップ312では、カウント値iがステップ303で設定されたNより大きいかが判断されている。すなわち、アベレーシングを行う回数までデータの取込みが行われたか否かが判断されている。そし

て、iがNより小さい場合には、ステップ313において、iが一つインクリメントされ、上述したステップ307からの各工程が繰り返される。ステップ312において条件が満たされた場合には、図12に示されるステップ314が実行される。

【0071】図12において、ステップ314では、メモリに記憶された周波数分析結果の平均値が算出される。そして、ステップ315では、その平均値が予め設定された判定値と比較され、平均値が判定値を越える場合には不良が判定され、ステップ316において表示器62に不良表示が行われ、一方、平均値が判定値以内の場合にはステップ317において表示器62に正常の表示が行われる。なお、ステップ315における平均値と判定値との比較は、各周波数について行なうかあるいは特定の周波数について行なう。表示器62においては、各歯ごとに正常あるいは不良が表示される。

【0072】以上のように、この第2実施例によれば、ディファレンシャル部全体の不良判定に加えて、各歯ごとの不良判定を行なうことができ、より厳密なディファレンシャル部の検査を実現できる。この場合、振動の測定は、プロペラシャフト28の曲げ2次振動の検出により行われているため、精度良く行なうことができ、また、非接触で振動検出を行なっているため、振動状態に不必要に悪影響を与えずに正確な振動分析を行なえるという利点がある。

【0073】なお、以上の各実施例においては、非接触式の振動検出器により振動を検出したが、これと従来のキャリアに配置したピックアップによる振動検出とを組み合わせても好適である。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る歯車振動測定装置及び測定方法によれば、ディファレンシャル部の振動を間接的に精度良く検出することができ、信頼性の高いディファレンシャル部の評価を行なうことができる。この場合に、本発明によれば、非接触でプロペラシャフトの振動検出が行なえるので、振動状態を変えさせずに正確な振動測定が行なえるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】第一実施例の歯車振動測定装置の全体構成を示す説明図である。

【図2】図1に示すI-I'方向から見た断面を示す断面図である。

【図3】第一実施例の歯車振動測定装置による振動測定を示すフロチャートである。

【図4】プロペラシャフトの振動状態を概念的に示す説明図である。

【図5】図4に示すデータ解析の具体的な処理内容を示すフローチャートである。

【図6】図5に示す総合判定で用いられる判定テーブルを示す説明図である。

【図7】第二実施例の歯車振動測定装置の全体構成を示す図である。

【図8】ディファレンシャル部の概略的な内部的な構成を示す透視斜視図である。

【図9】リングギアが一回転する場合の振動波形を示す説明図である。

【図10】各歯について設定されるウインドウとそのウインドウによって抽出された波形を示す説明図である。

【図11】各歯ごとの振動周波数分析結果を表す説明図である。

【図12】第二実施例における振動測定方法を示すフローチャートである。

【図13】図12に示される測定・解析工程の具体的な内容を示すフローチャートである。

【図14】従来の歯車振動測定装置の構成を示す説明図である。

【図15】プロペラシャフトの曲げ2次振動の状態を示す概念図である。

【図16】トラッキング分析における分析結果の例を示す説明図である。

【符号の説明】

26 ディファレンシャル部

28 プロペラシャフト

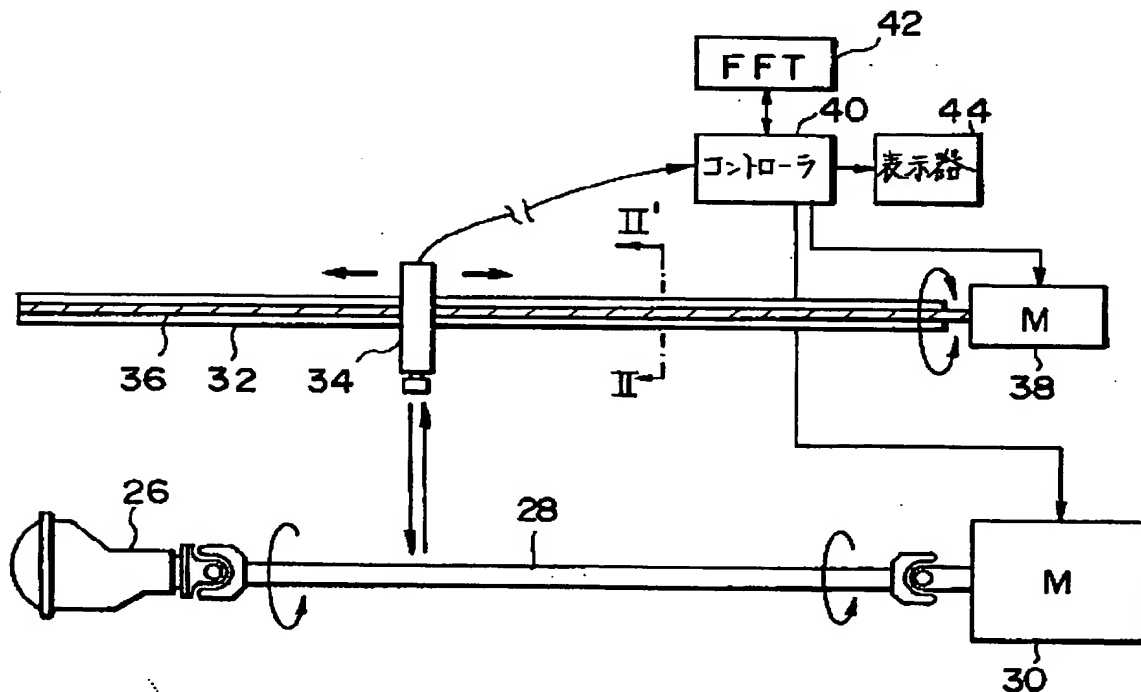
30 駆動モータ

32 ガイドレール

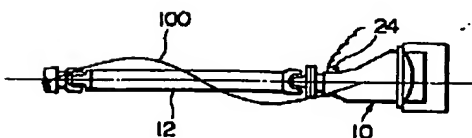
34 非接触型振動検出器

38 搬送モータ

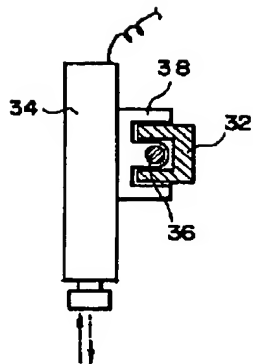
【図1】



【図15】



【図2】

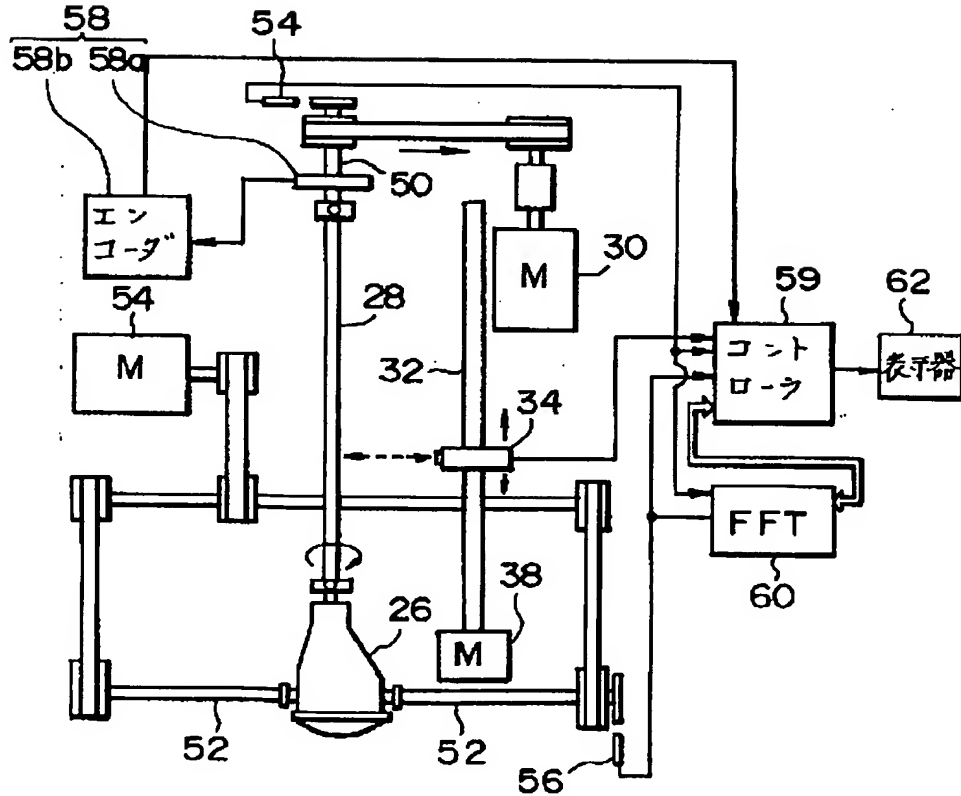


【図6】

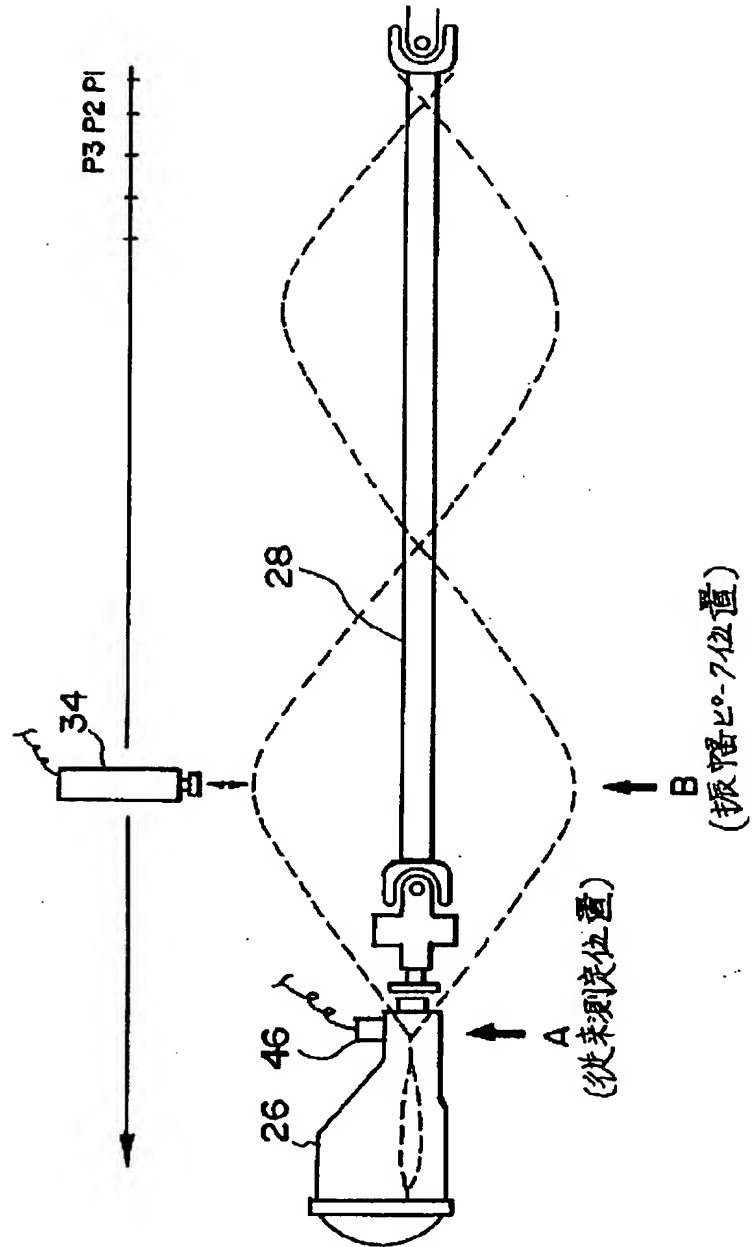
		O:OK		X:NG
	S	MAX	Dx	総合判定
個別判定	O	O	O	O
			X	X
		X	O	X
			X	X
	X	O	O	X
			X	X
		X	O	X
			X	X

【図7】

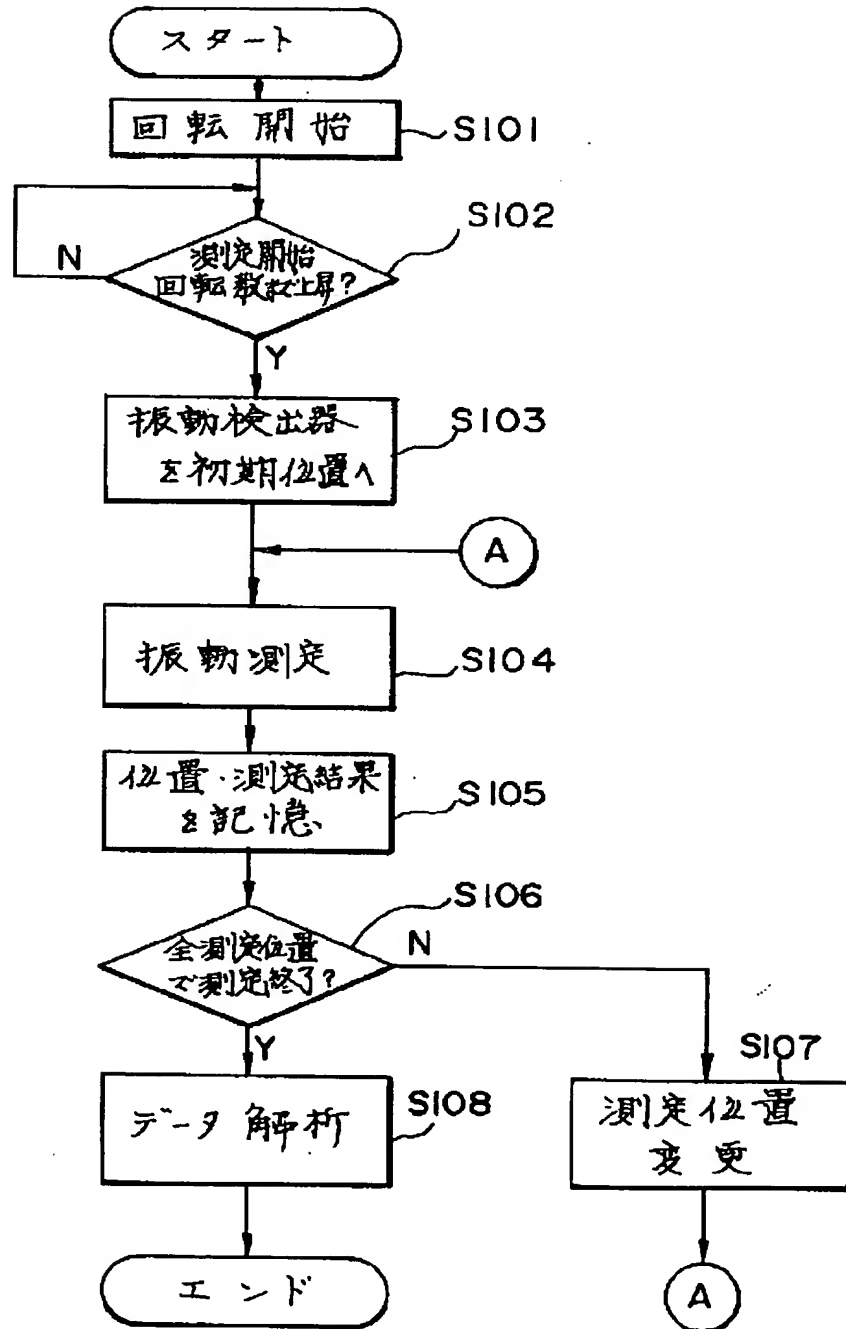
図7



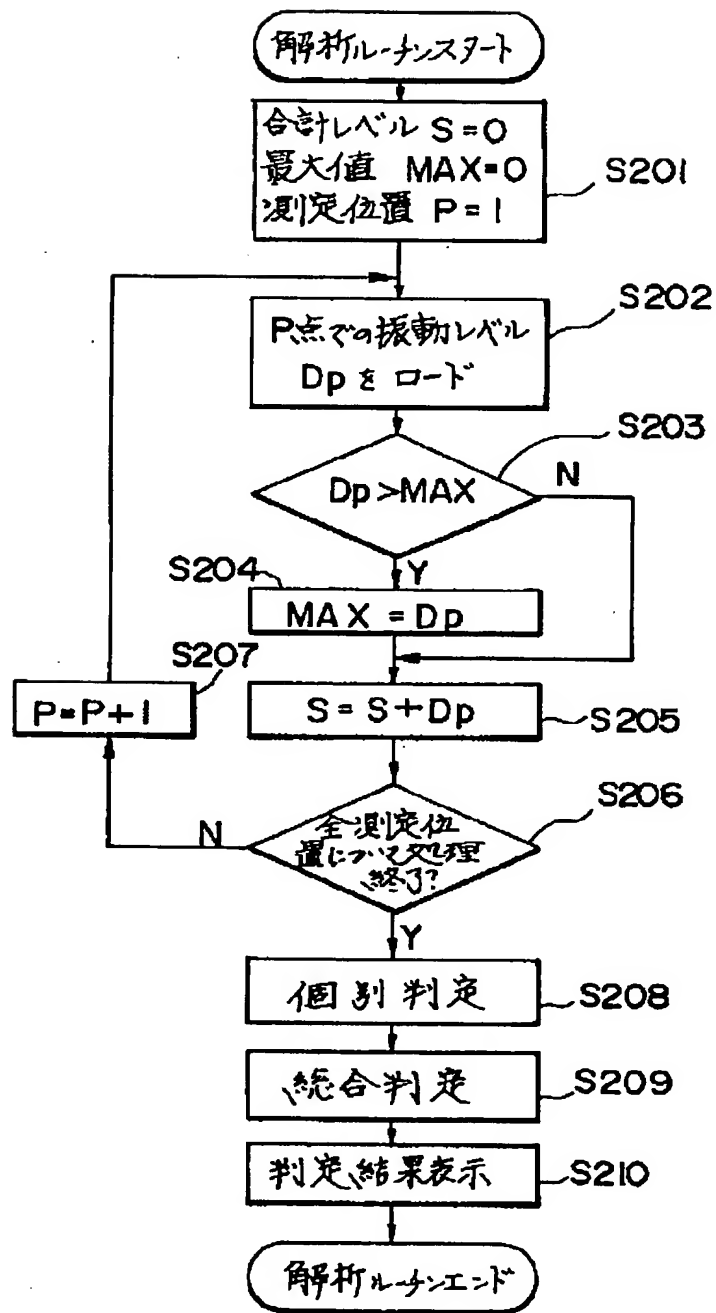
【図 3】



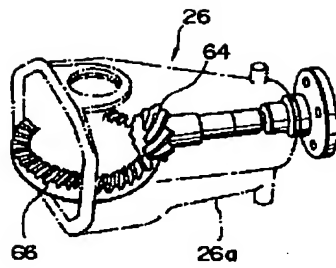
【図 4】



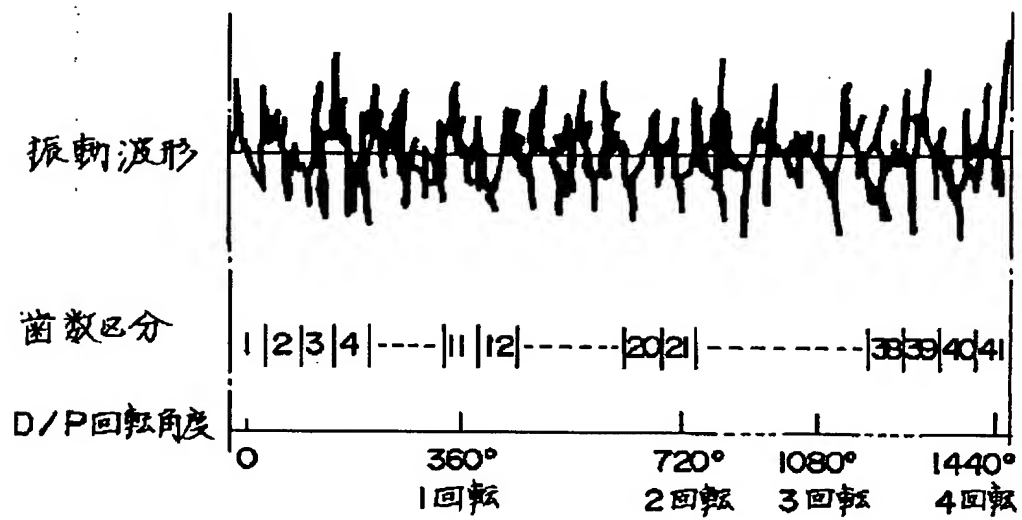
【図 5】



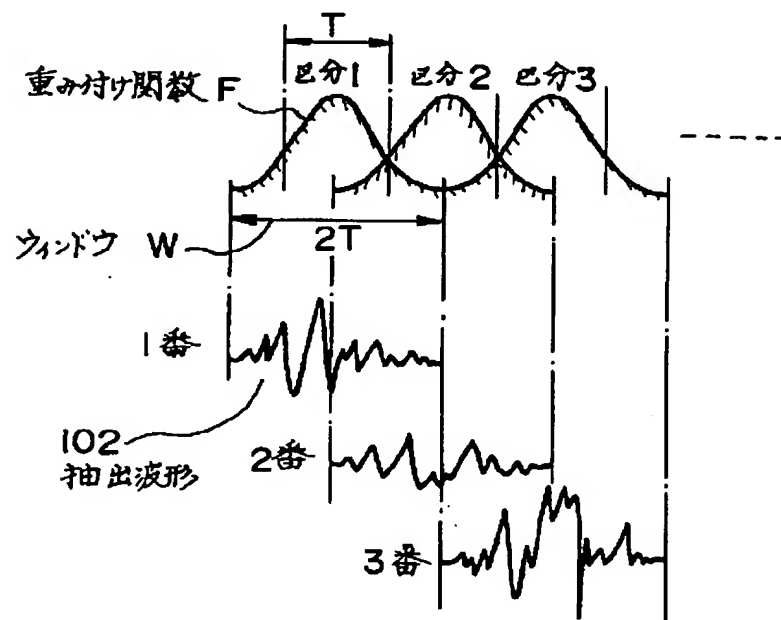
【図8】



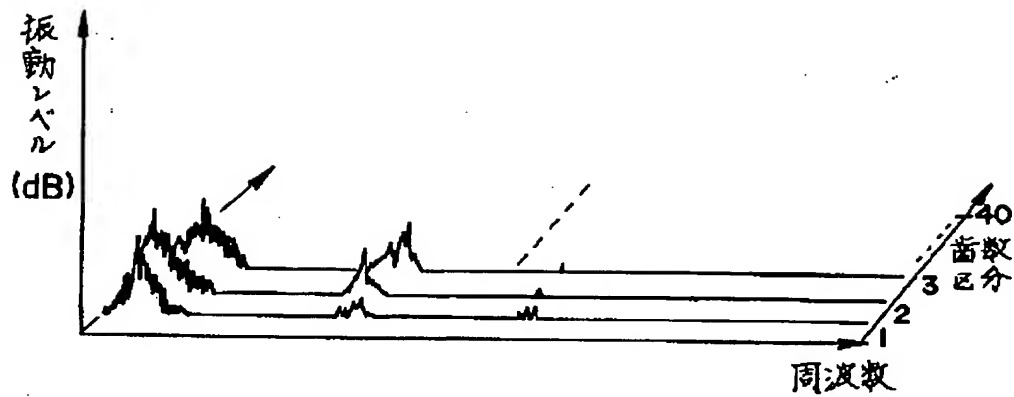
【図9】



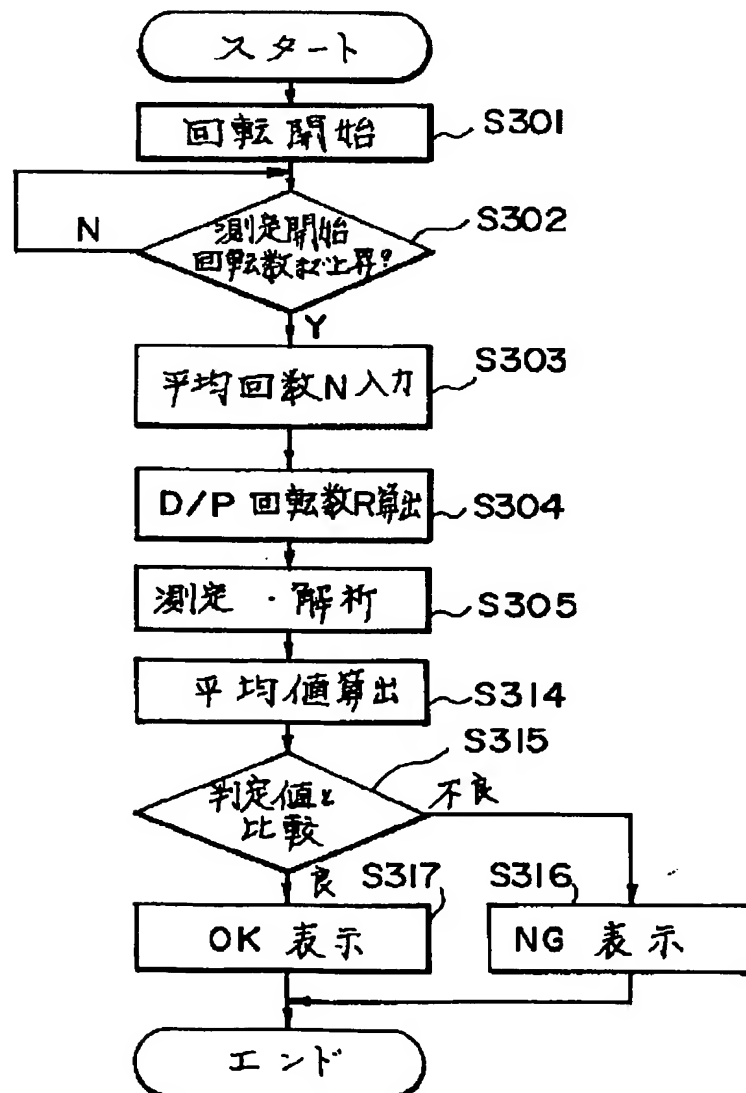
【図10】



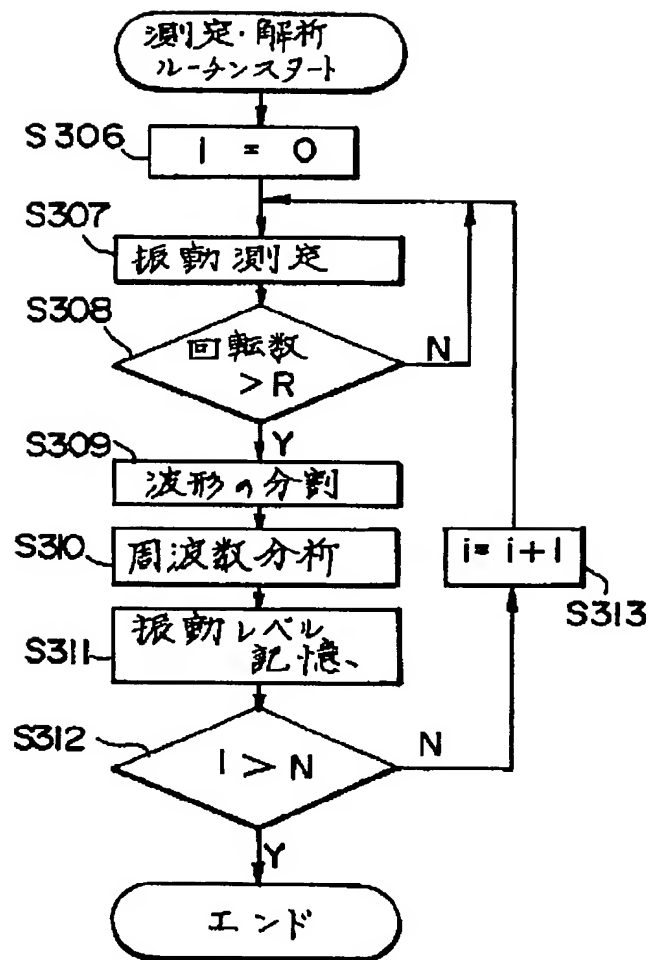
【図11】



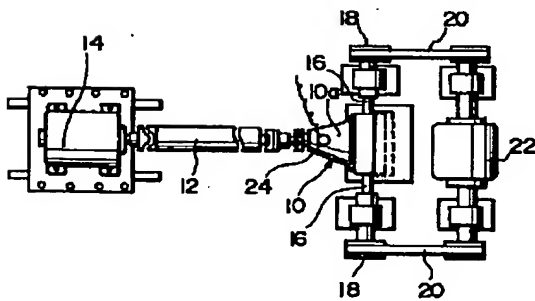
【図12】



【図13】



【図14】



【図16】

